O NOWYM

CIEPŁOMIERZU

METALOWYM

BĘDĄCYM ZARAZEM

SAMOPISEM.

Rzecz odczytana na posiedzeniu Towarzystwa Naukowego Krakowskiego d. 15go Lipca 1863 r.

PRZEZ

Prof. Dra Stefana Kuczyńskiego.

(Osobne odbicie z XXXIII Tomu Roczn. c. k. Tow. nauk. krak.)

KRAKÓW
W DRUKARNI C. K. UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
pod zarządem *Tomasza Szczurkowskiego.*
1865.

Najznakomitsi nowocześni meteorologowie uważają zaprowadzenie samopisów na obserwatoryach jako rzecz konieczną i niezbędną dla postępu meteorologii. Najdoskonalsze są samopisy wykreślające liniją, z któréj dokładnie rozpoznanym być może cały przebieg zmian zaszłych w powietrzu w przeciągu pewnego czasu, n. p. w przeciągu doby. Bardzo dobrém tego rodzaju narzędziem jest barometrograf Kreila [1]), od wielu lat używany na naszém obserwatoryum. Dyrektor Weisse i Dr. Kuneš ogłosili w r. 1858 dostrzeżenia godzinne barometryczne od 1848 do 1856 r., na wykreśleniach tego samopisu oparte [2]). Dr. Zajączkowski zaś obliczył na

---

[1]) *Magnetische und meteorologische Beobachtungen zu Prag* von Karl Kreil. III. Jahrgang. Prag 1843. Str. 131 — 139, Fig. VI., VII. i VIII.

[2]) *Stündliche Barometer-Beobachtungen zu Krakau in den Jahren 1848 — 1856 auf öffentliche Kosten herausgegeben* von Dr. Maximilian Weisse und Dr. Adalbert Kuneš. Wien 1858.

téj zasadzie tak ruch dzienny, jako téż i roczny barometru dla Krakowa, a pierwszy nie tylko w ogólności, lecz także w szczególności dla każdego miesiąca [3]). Urządzenie samopiszących ciepłomierzy nasuwa jednak wielkie trudności. Dlatego E. E. SCHMIDT w swéj Meteorologii mówi [4]), iż jakkolwiek zaprowadzenie termometrografów wielce byłoby korzystném i pożądaném dla wydoskonalenia meteorologicznych dostrzeżeń, jednak dotąd żadne z tych narzędzi nie zjednało sobie powszechnego uznania. Rzeczywiście, chociaż bardzo znakomici Meteorologowie i Fizycy zajmowali się tém zadaniem, jednak każdemu z termometrografów dotąd zalecanych, lub téż tu i owdzie wprowadzonych w użycie, bardzo wiele zarzucić można. Przemyśliwałem więc nad wydoskonaleniem tych narzędzi. Wszakże nim wyłożę moje w tym względzie pomysły, opiszę pokrótce i ocenię rozgłośniejsze dotąd używane lub zalecane termometrografy.

A.

Krótkie opisanie i ocenienie rozgłośniejszych samopiszących ciepłomierzy dotąd używanych lub zalecanych.

Pomijam tu opisy tak zwanych termometrografów BLACKADDERA [5]), GAY-LUSSACA [6]), CAVENDISHA, SIXA,

---

[3]) Stosunki barometryczne Krakowa jako przyczynek do Klimatologii tegoż, przez Dra WŁADYSŁAWA ZAJĄCZKOWSKIEGO w XXXI. Tomie Roczn. Tow. Nauk. Krak. w Krakowie 1864.

[4]) *Encyklopädie* von KARSTEN, 4te Lieferung. *Meteorologie* von E. E. SCHMIDT. Str. 67, §. 94.

[5]) *Edinburgh Journ. of. sc.* Nr. VI. pag. 251. POGG. *Ann* 6. 503. *Meteorologie* von E. E. SCHMIDT, str. 67—71.

[6]) *Supplementband zur Naturlehre* von ANDR. BAUMGARTNER. Wien 1831, str. 118—120.

Bellaniego, Buntena, Aimego, Rutherforda, Negrettego i Zambry [7]), Dulceta i Barbiego [8]), Walferdina [9]), które służą tylko do oznaczenia największéj lub najmniejszéj ciepłoty w pewnym okresie czasu, albo ciepłoty o pewnéj chwili jak przyrząd Blackaddera. Przystępuję raczéj do opisu ciepłomierzów samopiszących w ściślejszym znaczeniu, t. j. do opisu narządów wykreślających liniją (lub szereg punktów), z któréj cały przebieg zmian ciepłoty w pewnym okresie czasu rozpoznać można, albo przynajmniéj ułatwiających wykreślenie podobnéj linii.

I.

W Niemczech pierwszy prawdziwy samopiszący ciepłomierz urządził Dr. Lamont, Dyrektor astronomicznego Obserwatoryum w Mnichowie (Monachium [10]), i używał go od 1838 do 1841 r. Byłto ciepłomierz metalowy. Główną jego częścią był gruby pręt mosiężny, 26 stóp długi, poziomy, w jednym końcu stale przytwierdzony, w drugim zaś połączony ze szyną na kółkach poziomo posuwać się dającą w jedną lub drugą stronę, według tego czy pręt się rozszerzał w skutek ogrzania, lub też kurczył w skutek oziębienia. Ta szyna miała w środku podłużne wycięcie, przez które prze-

---

[7]) *Monatsbericht der k. Akad. d. Wiss. zu Berlin.* 1835. März 3, str. 142. Pogg. *Ann.* 99, str. 336.

[8]) *Annales de l'observatoire imperial de Paris, publiées par* U. J. Le Verrier. *Memoires.* T. VII. Paris 1863, str. 368—396.

[9]) *Lehrbuch der Physik und Metheorologie von* Dr. Joh. Müller. 3te Auflage. Braunschweig. 1847. II. Band. Str. 492.

[10]) *Beschreibung der an der Münchener Sternwarte zu den Beobachtungen verwendeten neuen Instrumente und Apparate, von* Dr. Lamont. München. 1851. Str. 9. Fig. 5.

chodził łuk metalowy zębaty, krążący około osi i na dwunastu zębach dźwigający dwanaście metalowych blaszek. Ten łuk przez zégar w ruch wprawiony zniżał się co godzina o ząb jeden, i składał jedną z pomienionych blaszek na szynie w punkcie coraz odleglejszym od jéj przytwierdzenia. Miejsce, w którém każda z blaszek na szynie złożoną została, zmieniało się także według zmiany ciepłoty i ztąd wynikającego przesunięcia szyny w jednę lub drugą stronę. Na szynie było więc dwanaście podziałek, t. j. jedna dla każdéj godziny i w niéj złożonéj blaszki. Po upływie dwunastu godzin można było odczytać na szynie dwanaście dostrzeżeń, i na nowo przyrząd nastawić.

Z tego krótkiego opisu poznać można, iż trudno dobrze urządzić taki samopiszący ciepłomierz, trudno téż znaleść miejsce stósowne do jego ustawienia; nadto robi on dostrzeżenie tylko raz na godzinę, nie daje więc dokładnego obrazu zmian ciepłoty; a gdy niepodobną jest rzeczą, ażeby zégar użyty do poruszania mechanizmu miał bieg dokładny, chwile dostrzeżeń nie mogą być oznaczone z zupełną ścisłością; nakoniec mimo wielkich wymiarów przyrządu, czułość jego jest bardzo małą, gdyż zmianie ciepłoty o 45 stopni odpowiada posunięcie szyny o 5 linij, a zatém oznacza on ciepłotę zaledwie w całych stopniach, o ocenieniu zaś części stopnia nie może być mowy.

II.

Dlatego też Lamont, zaprowadzając w roku 1846 na nowo samopisy, urządził inaczéj ciepłomierz zapisujący. [11]) Używał on wprawdzie znowu ciepłomierza me-

[11]) *Beschreibung der an der Münchener etc.* Lamont. München. 1851. str. 15. Fig. 9, 10, 11, 12.

talowego, lecz tym razem częścią główną była rura zynkowa 8 stóp długa, pół cala w średnicy mająca, pionowa, u góry umocowana, u dołu zaś zakończona płytą szklaną. O tę płytę opierało się ostrzem krótsze ramię drążka dwuramiennego, obracającego się około osi poziomej. Koniec dłuższego ramienia tegoż drążka okazywał za zmianą ciepłoty, ośm razy powiększoną zmianę długości rury zynkowej, gdyż stosunek długości ramion drążka był jak 1 : 8. Co godzina osobny mechanizm ciężarem poruszany, za usunięciem wstrzymującego go hamulca przez zégar, przyciskał z boku ostrze osadzone na końcu dłuższego ramienia drążka do pionowo stojącego walca cynowego. Walec cynowy bywał powlekanym cieniutką warstewką wosku i poczernianym sadzą. Mechanizm przyciskający co godzina ostrze do powierzchni walca cynowego, wywierał ciśnienie takie, iż ostrze robiło wprawdzie widoczną kropkę na czarnej powłoce walca, lecz bynajmniej nie rysowało metalu. Ten sam mechanizm, który drążek do walca cynowego przyciskał, po zrobieniu kropki, oddaleniu się ostrza od powierzchni walca, posuwał koło zębate z walcem na jednej osi osadzone o ząb jeden, przez co walec wykonywał małą część obrotu około osi pionowej, tak iż w następującej godzinie już na innym jego boku kropka została zrobioną. Czy zaś wyżej lub niżej, to zależało od długości pręta zynkowego, a więc od ciepłoty. Właściwie umieszczał Lamont dwa takie ciepłomierze z obu stron deski umoconowanej pionowo w oknie, ażeby tym sposobem usunąć wpływ szkodliwy, jaki wywieraćby mogło paczenie się deski. Do odczytywania dostrzeżeń na walcu cynowym oznaczonych, używał osobnego przyrządu z lunetką. Odczytywanie odbywało się co tydzień.

Ciepłomierz ten był czulszym od pierwszego, albowiem zmianie ciepłoty o 1°C. odpowiadała odległość pionowa kropek na walcu cynowym 0. 286. Używając więc do odczytywania lunetki, można było z dokładnością oznaczyć dziesiętne części stopnia. I temu jednak wiele zarzuciłby można. Trudno najprzód tak go ustawić, jak tego wymagają zasady meteorologii, t. j. w odległości przynajmniéj kilkunastu cali od okna, gdyż części potrzebujące osłony od wpływów niepogody bardzo są blizkie pręta zynkowego, który znowu powinienby zostawać pod wyłącznym wpływem ciepłoty powietrza. Powtóre, nie okazuje on całego przebiegu zmian ciepłoty, tylko zmiany godzinne. Po trzecie, okazuje tylko względne zmiany ciepłoty, ażeby znaleść bezwzględną jéj ważność odpowiadającą każdéj kropce zrobionéj na walcu cynowym, potrzeba przynajmniéj dwa razy na dobę w godzinach dość od siebie odległych odczytywać ją na zwykłych ciepłomierzach obok samopisu zawieszonych. Po czwarte nakoniec, odczytywanie jest trudne, potrzebuje osobnego bardzo dokładnego i sztucznego przyrządu i musi być wykonywaném niezwłocznie a z wielką dokładnością i uwagą, bo po ukończeném odczytywaniu walec otrzymuje nową czarną powłokę, ażeby mógł być na nowo użytym.

III.

Kreil urządził w roku 1841 w Pragskim obserwatoryum ciepłomierz samopiszący, połączony z barometrografem.[12]) Był to ciepłomierz rtęciowy z naczy-

[12]) *Magnetische und meteorologische Beobachtungen zu Prag von* Karl Kreil. *Dritter Jahrgang. Prag 1843.* str. 131—139. Fig. VI. VII. VIII.

niem walcowatém, dość znacznéj objętości, zawieszony na osi pozioméj w ten sposób, iż oś jego symetryi układała się do równowagi w położeniu przybliżenie poziomém, podobnie jak drążek czułéj ważki. Oś obrotu była umocowaną w sześciograniastym słupie mosiężnym, w którym także ciepłomierz tak był osadzonym, iż z jednéj strony osi znajdowało się walcowate naczynie, a z drugiéj prawie cała rurka. Za podwyższeniem ciepłoty przybywało rtęci w rurce, ubywało zaś jéj w naczyniu, dlatego téż drążek ten układał się w inném położeniu do równowagi, t. j. rurka się zniżała, naczynie się podnosiło. Większym zmianom ciepłoty odpowiadały większe zmiany nachylenia. Z tym ciepłomierzem był połączony lekki drążek mosiężny, mający na swym końcu skuweczkę z osadzonym w niéj ołówkiem. Mechanizm połączony z zégarem przyciskał co pięć minut ów drążek mosiężny tak silnie do papiéru w ramie pionowéj utwierdzonego, iż koniec ołówka robil kropkę wyrażną. Wyjąwszy o minucie zero. Tenże sam zégar posuwał całą ramkę ruchem jednostajnym w kierunku poziomym. Przyrząd więc ten oznaczał co godzina jedenaście kropek w równych od siebie ustępach (w kierunku poziomym) na papiérze, u których wyższe lub niższe położenie zależało od wyższéj lub niższéj ciepłoty. Co doba wkładało się o téj saméj godzinie nowy papiér do ramki i odsuwało się ramkę od zégaru. Gdy nadto co godzina o minucie zero mechanizm nie przyciskał ołówka do papiéru, tam więc jednéj kropki brakowało, i ustęp (poziomy) pomiędzy kropkami stawał się w tém miejscu dwa razy większym; widoczną więc było rzeczą, któréj godzinie i minucie każda kropka odpowiadała.

Linija krzywa, a raczéj szereg kropek oznaczonych w ten sposób na papiérze, daje obraz zmian ciepłoty nierównie dokładniejszy niż samopisy Lamonta. Albowiem przyrząd Kreila zapisuje 11 dostrzeżeń na godzinę, a więc na dobę 264. Zmianie ciepłoty o jeden stopień Celsiusza odpowiada w nim wzniesienie lub zniżenie ołówka o jednę liniją blizko: można więc już gołém okiem oznaczyć zmiany ciepłoty, aż do $^1/_{10}$ stopnia. Wielką zaletą jest także ta okoliczność, iż linije wykreślone mogą być przechowywane, można więc ich obliczanie wykonać w czasie dogodnym, a w razie wątpliwości zawsze do nich się odnosić.

Połączenie tego termometrografu z barometrografem, służy do oznaczania zmian ciepłoty rtęci w barometrze, a więc do poprawiania linii przez barometrograf wykréślonéj, dlatego téż naczynie termometryczne bywa w nim walcowate, z tego samego szkła i tegoż przecięcia jak rurka barometryczna. Odpowiada temu celowi zupełnie i ścisłość jego i całe urządzenie. Ustawiony bowiem w pokoju na spokojném i od wiatru ochronioném miejscu, okazuje on dokładnie małe zmiany ciepłoty w przeciągu doby.

Inaczéj rzecz się ma, jeżeli go się używa oddzielnie do oznaczenia zmian ciepłoty zewnętrznego powietrza: wtenczas zmiany nawet w przeciągu jednéj doby są częstokroć znaczne, a ołówek za zmianą ciepłoty zakréśla łuki oddalające się widocznie od linij prostych. prostopadłych do kierunku, w którym papiér się porusza, więc przystawy linii krzywéj przez samopis wykréślonéj nie są już dokładną miarą zmian ciepłoty. Nadto ta sama ilość rtęci, posuwająca się w rurce ciepłomierza, t. j. ta sama zmiana ciepłoty, sprawi tém wię-

kszą zmianę nachylenia, im większém działa ramieniem, czyli im większą jest bezwzględna ważność ciepłoty.

Dla usunięcia a raczéj umniejszenia błędów ztąd pochodzących, używa się sposobu następującego. Odczytuje się ciepłotę kilka razy na dobę na dokładnym zwyczajnym ciepłomierzu, w czasach dogodnych a oznaczonych co do minuty. Tym sposobem znane będą bezwzględne ważności ciepłoty dla kilku punktów linii krzywéj przez samopis wykréślonéj. Te punkta łączą się linijami prostemi, oraz oznaczają się ich przystawy w jakiéjkolwiek miarze np. w milimetrach, biorąc za oś odcinków jakąkolwiek liniją równoległą do kierunku, w którym zégar posuwa ramkę z papiérem. Ztąd oblicza się różnicę przystaw Δy_1, Δy_2, ... i odpowiednie im różnice ciepłot Δt_1, Δt_2, ... a biorąc średnią z ważności $\frac{\Delta y_1}{\Delta t_1}, \frac{\Delta y_2}{\Delta t_2}, \ldots$

odpowiadających różnym dniom i ciepłotom, otrzymuje się średnią ważność zmiany przystawy Δy odpowiadającą zmianie ciepłoty o jeden stopień. Po takiém przygotowaniu przystępuje się do odczytywania linij krzywych przez samopis wykréślonych, t. j. do oznaczenia ruchu dziennego ciepłoty. Oblicza się więc naprzód przez zwykłą interpolacyą (wstawienie) z ciepłot dostrzeżonych kilka razy na dobę na zwykłych ciepłomierzach, ciepłoty dla godzin i minut pośrednich, na téj zasadzie. że zmiany ciepłoty tak się mają do siebie jak zmiany czasu. Gdyby ta zasada była prawdziwą, wtedy linije proste łączące te punkta krzywéj, dla których ciepłota była oznaczoną, wskazywałyby dokładnie ruch dzienny ciepłoty. Linija wszakże krzywa przez samopis wykréślona okazuje ile się ruch rzeczywisty różni od tego

ruchu obliczonego. A z różnicy odpowiednich przystaw linii krzywéj i linii łamanéj, tudzież z obliczonego Δy da się łatwo obliczyć poprawka dla każdéj chwili. Ażeby ten rachunek jeszcze więcéj ułatwić, używał KREIL papiérów, na których były litografowane czerwone linije równoległe, w równych od siebie ustępach, o jedną dziesiętną cala paryskiego. Te papiéry wkładał w ramkę tak, iżby linije czerwone były równoległe do kierunku jéj ruchu. Następnie rachunkiem oznaczył, że zmiana przystawy o ustęp dwóch linij czerwonych odpowiadała zmianie ciepłoty o 1°2 R. Poprowadziwszy więc wspomnioną liniją łamaną na papiérze z ramki wyjętym, mógł ocenić wprawném okiem nawet bez rachunku, ile dla każdéj chwili wynosiła poprawka liczby przez interpolacyą otrzymanéj.

Gdy jednak wprowadzono ten samopis w użycie, okazało się, iż nie podobna ochronić go od uderzeń wiatru, które gdy go raz wprawią w wahanie nie prędko się uspokaja. A wtedy od przypadku zależy przy jakiém nachyleniu wahającego się ciepłomierza przyciśniętą zostanie skazówka do papiéru. Linija więc przez samopis wykréślona daje raczéj obraz uderzeń wiatru, nie zaś zmian ciepłoty.

IV.

W roku 1854 urządził KREIL w głównym zakładzie meteorologicznym Wiedeńskim ciepłomierz samopiszący, polegający na innéj zasadzie [13]). Jest to ciepło-

---

[13]) *Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Magnetismus von* KARL KREIL. *V. Band. Jahrgang 1853. Wien 1858,* str. 409—485.

mierz metalowy, t. j. drut miedziany pół linii gruby, ośm sążni dwa cale długi, wyprężony pionowo, u dołu stale umocowany, u góry zahaczony o koniec krótszego ramienia drążka dwuramiennego, obracającego się w koło osi poziomej, na którego ramieniu dłuższém wisi ciężar ośm funtów wiedeńskich ważący. Za podwyższeniem ciepłoty ciężar wypręża przedłużający się drut i na dół pochyla ramię dłuższe drążka. Za zniżeniem zaś ciepłoty znaczna siła, z jaką drut się skraca. dźwiga to ramię. Ruchy tego drążka udzielają się drugiemu dwuramiennemu drążkowi, którego ramię krótsze przyciska ciężar jednofuntowy do końca dłuższego ramienia drążka piérwszego. Na końcu ramienia dłuższego w drugim drążku jest umocowany ołówek, zetknięty lekko z papiérem utwierdzonym w ramce pionowéj, a razem z nią posuwanym jednostajnie w kierunku poziomym przez zégar. Ten ołówek kréśli co doba całą nieprzerwaną liniją. dającą dokładny obraz zmian ciepłoty; albowiem jéj przystawy wzrastają w tym samym stósunku, jak pomienione zmiany.

Dla oznaczenia bezwzględnéj ważności ciepłoty dla każdéj chwili, potrzeba odczytać stopień ciepłoty w oznaczonym dogodnym czasie, tak jak to przy opisie poprzedzającego samopisu powiedziano, kilka razy na dobę na zwyczajnym ciepłomierzu obok zawieszonym.

Reslhuber urządził taki samopis w obserwatoryum Kremsmünsterskiém. Drut miedziany ośm cali od ściany oddalony otaczała rura metalowa biało pomalowana, i ochraniała go od deszczu i wiatru. Do wykréślenia podziałki czasu na linii poprowadzonéj równolegle do kierunku ruchu na tym samym papiérze, na którym samopis krzywą zakréślał, służyła oznaczona raz na zawsze

chyżość ruchu przez zégar nadanego, i oznaczenie chwili o któréj wykréślanie się rozpoczęło.

Samopis ten odznacza się swym prostym składem, swą taniością, dokładnością i zupełnością wykréślonego obrazu zmian ciepłoty, a oraz nadzwyczajną czułością. Na przyrządzie Kremsmünsterskim według oznaczeń Reslhubera odpowiadała zmiana przystawy $3^{m.}$ $^{m.}$ 6 zmianie ciepłoty o jeden stopień Réaumura. Nadto okazuje ten samopis zmiany ciepłoty powietrza prawie w téj samej chwili, w któréj się wydarzają. Tak podaje Reslhuber, iż dnia 16 Lipca 1855 za zbliżeniem się chmury gromowéj nagle oziębiło się powietrze. Samopis okazał w 5 minutach zniżenie o 8°7 R, co dopiero nierównie późniéj dostrzedz się dało na ciepłomierzu zwyczajnym.

Upowszechnieniu się tego samopisu przeszkadzają szczególnie jego wielkie wymiary; już bowiem sam drut przeszło 8 sążni jest długi, a dolny koniec jego musi być przynajmniéj o dwa sążnie nad powiérzchnią ziemi wzniesiony, jeżeli na niego nie ma wpływać ciepłota ziemi, częstokroć różna od ciepłoty powietrza; trudno więc wynaleść miejsce stósowne do jego ustawienia, tém bardziéj, że jeszcze inne okoliczności uwzględniać potrzeba, jako to: umieszczenie na stronie północnéj i ochronienie go od wpływu promieni słonecznych. — Zresztą nie okazuje ten ciepłomierz ciepłoty jednéj warstwy powietrza, lecz średnią wszystkich warstw, przez które drut przechodzi. Także życzyćby sobie można dokładniéjszego oznaczenia czasu dostrzeżeń, gdyż niepodobna oczekiwać dokładnego biegu po zégarze poruszającym tak ciężką ramkę, zwłaszcza gdy do papiéru ciągle przylega ołówek, i przez tarcie opór powiększa.

V.

Dr. Jelinek ogłosił w roku 1850 w zeszycie listopadowym sprawozdań C. Akademii Umiejętności Wiedeńskiéj rozprawę[14]), w któréj na str. 24 daje z Moignego (*Traité de Telegraphie electrique*) opis termometrografu Wheatstona. Jestto ciepłomierz rtęciowy, pionowo umocowany. W rurkę jego otwartą wchodzą dwa cieniutkie druty, odosobnione od siebie złym przewodnikiem elektryczności. Te pomału podnosi przyrząd połączony z zégarem. W chwili gdy końce drutów wzniosą się nad powiérzchnią rtęci, ogniwo małe Danielowskie dotąd zamknięte, zamienia się na otwarte: prąd w ten sposób przerwany sprawia, iż mały elektromagnes utraca swą siłę; kotwica dotąd przez niego dźwigana odpada, a mechanizm, który przez magnes dźwignięta kotwica zatrzymywała, na nowo swój bieg rozpoczyna i wybija pewną głoskę i pewną liczbę na podwójnym papiérze otaczającym walec. Każdéj ciepłocie, to jest każdéj wysokości, przy któréj druty wynurzają się z rtęci, odpowiada inne połączenie głoski z liczbą. Takich połączeń jest 160, gdyż kółko wytłaczające głoski ma ich na obwodzie 16, kółko zaś wytłaczające liczby ma tychże 10. Po ukończoném odbiciu głoski i liczby, opadają druty na powrót, i zanurzają się w rtęci. Walec zaś, na którym mechanizm pomieniony te znaki wytłacza, przez zégar poruszany nie tylko w koło osi zwolna się obraca, lecz oraz wzdłuż swéj osi się posuwa. Znaki więc na walcu co półgodziny wybite, leżą na linii śrubowéj. — Własciwie przyrząd Wheatstona robi znaki co 6 mi-

[14]) *Beiträge zur Construction selbstregistrirender meteorologischer Apparate.*

nut, lecz gdy jest przeznaczonym dla 5 różnych przyrządów meteorologicznych, kolejno więc odpowiada: pierwszy znak barometrowi, drugi ciepłomierzowi suchemu, trzeci ciepłomierzowi wilgotnemu, a czwarty i piąty innym narządom. Raz na tydzień zdjąwszy papier z walca, odczytuje się na nim obraz zmian meteorologicznych.

Jakkolwiek ten przyrząd równie jak inne przez Wheatstona wynalezione, w zadziwienie wprawia, i chlubne daje świadectwo o śmiałości i trafności pomysłów tego znakomitego mechanika i badacza przyrody; wszelako jako nader sztuczny i subtelny, łatwo ulegać może zepsuciu, i musi być dziełem bardzo znakomitego mechanika, jeżeli dokonywane przezeń wskazania mają być ścisłe. Nadto czułośc jego jest bardzo małą, wskazuje on zaledwie czwarte części stopnia, gdyż rurka ciepłomierza musi mieć znaczne przecięcie, ażeby druty poruszać się mogły bez przeszkody, a tém samém musi być także bańka znacznéj objętości. Nakoniec sądzę, iż gdy ciepłomierz jest otwartym, a co półgodziny za przerwą prądu przeskakują iskierki, to przy użyciu ciągłém wnet się ukwasi rtęć na jego powierzchni, co wywrzeć musi wpływ niekorzystny na dalsze działanie samopisu.

To samo powiedzieć można o samopisach przez Dra Jelinka zalecanych i opisanych w jego wyż wspomnionéj rozprawie (str. 32 i następujące), o których on sam mówi: „Niestety nie mogłem zasięgnąć rady żadnego znakomitego mechanika, a gdy sam na tém polu nie mam dostatecznego doświadczenia, będą niezawodnie niezgrabne mechanizmy przezemnie podane. Mimo tego dałyby się wymyślić ulepszenia tychże, a zalecone urządzenia są tego rodzaju, iż wątpić nie można, że

przy ich dokładném wykonaniu zostałby osiągniętym cel zamierzony".

VI.

Na zupełnie innéj zasadzie polegają samopisy zaprowadzone w r. 1847 w obserwatoryum w Grennwich [15]. Ciepłomierz samopiszący jest zwyczajnym ciepłomierzem rtęciowym, osadzonym w walcowatéj obsłonie blaszanéj, o ścianach podwójnych, wewnątrz poczernionych. Światło zewnętrzne wpadać może do zaciemnionéj przestrzeni wewnątrz téj obsłony jedynie przez podłużne pionowe wcięcia w jéj ścianach, i przez rurkę ciepłomierza znajdującą się pomiędzy niemi, jeżeli temu nie przeszkadza wzniesiony słupek rtęci, lub druciki w poprzek wycięć wyprężone równolegle, i zastępujące rysy podziałki.— Wewnątrz téj obsłony umieszcza się walec gutaperką powleczony, na którym umocowany jest papiér fotograficzny. Zégar obraca ruchem jednostajnym walec razem z papiérem w koło osi. Przed wycięciem w obsłonie stawia się silna lampa, rzucająca na rurkę ciepłomierza światło zebrane w linią jasną przez soczewkę walcowatą. Po 24 godzinach zdejmuje się walec razem z obsłoną, a inny w ciemnéj izbie przyrządzony łączy się z zégarem. Po zdjęciu zasłony w ciemnéj izbie z wyjętego walca, zdejmuje się z niego także papiér i poddaje działaniu chemicznemu znanemu w fotografii. W skutek tego występuje na tle białém papiéru wstęga szara, u góry ograniczona linią prostą, u dołu zaś linią krzywą, przedstawiającą obraz zmian ciepłoty. Tę wstęgę szarą

---

[15]) *Magnetical and Meteoroyical observations made at the royal observatory Greenvich in the year 1847; under the direction of* George Biddelle Airy. . . . London. 1849. str. LXXXIII.

dzielą linie białe równoległe na równe ustępy; odpowiadają one owym drucikom wyprężonym przed wcięciami zasłon, a więc podziałom ciepłomierza. Dla oznaczenia bezwzględnéj ważności ciepłoty o każdéj chwili, trzeba jeszcze na tym papiérze wykréślić podziałkę czasu, oznaczyć ważność ustępu dwóch linij białych wstęgę przedzielających, i ważność ciepłoty dla jednéj jakiéjkolwiek chwili w przeciągu téj doby, w któréj wykréślonym został obraz zmian.

W celu wykréślenia podziałki czasu, zasłania się w ciągu doby parę razy na czas krótki ciepłomierz stósowną blaszką, wstrzymującą promienie światła, i oznacza się na dokładnym astronomicznym zégarze (więc nie na tym, który służy do poruszania walca) chwile, w któréj zasłona zapada, i w któréj znowu się usuwa. Po ukończeniu chemiczno-fotograficznego działania pojawiają się na wstędze szaréj białe pionowe pasy, odpowiadające tym przerwom, a więc czasom dokładnie oznaczonym. Wtedy już łatwo wykréślić na papiérze podziałkę czasu, za pomocą wyciągalnéj podziałki z gutaperki.

Dla oznaczenia zaś w stopniach ważności ustępu dwóch linij poziomych, odczytuje się przynajmniéj dwa razy na dobę, w chwilach dokładnie oznaczonych, ciepłotę powietrza na zwyczajnym ciepłomierzu.

W Greenwich są dwa wcięcia pionowe z prost przeciwnych stron obsłony walcowatéj; w każdém takiém wcięciu znajduje się ciepłomierz, bańka jednego jest suchą, drugiego zaś obwiązana muszlinem, zwilża się wodą, jak w zwykłych Psychrometrach. Walec robi tylko pół obrotu na dobę. Otrzymuje się więc co doba na tym samym papiérze dwa obrazy: jeden odpowiada-

jący ciepłomierzowi suchemu, drugi wilgotnemu, z których rozpoznać można nietylko zmiany ciepłoty, lecz także zmiany wilgotności powietrza.

Wszakże koszta znaczne i trudy połączone z przyrządzaniem papiéru i z chemicznem działaniem, przeszkadzają dotąd upowszechnieniu się takich samopisów; tém bardziéj, że papiér musi być doskonały, i wszystkie działania chemiczne wykonane z wielką ścisłością i przezornością, jeżeli papiér nie ma się skurczyć lub wyciągnąć niejednostajnie, po tylokrotném zamaczaniu i wysuszaniu, a tém samém jeżeli obraz nie ma się zmienić i zfałszować.

Czułość tego samopisu odpowiada czułości użytych ciepłomierzów. Gdy jednak rurki ich muszą być nieco szérsze, ażeby słupek rtęci dokładnie wstrzymywał światło, a tém samém i bańki ich nieco większe, czułość ich jest nieco mniejszą niż w zwykłych ciepłomierzach używanych do meteorologicznych dostrzeżeń. Trudném jest także umieszczenie tych ciepłomierzów samopiszących odpowiednie przepisom meteorologii, i uniknienie ogrzewającego wpływu lamp oświécających.

B.

Opis nowego ciepłomierza samopiszącego.

Porównywając przyrządy wyżéj opisane, okazuje się, iż pomiędzy niemi samopis Kreila z ciepłomierzem metalowym odznacza się największą czułością, największą dokładnością obrazu przez niego wykréślonego i największą łatwością w użyciu. Jedynie jego wielkie wymiary sprawiają, iż trudno, a częstokroć niepodobna go stósownie umieścić. Ażeby tę trudność usunąć, podaję tutaj opis przyrządu, który przy nierównie mniejszych

2.

wymiarach zastąpić może drut miedziany 8 sążni długi, używany w Krejlowskim samopisie, bynajmniéj nie pomniejszając jego czułości. Tym przyrządem jest krata z dwóch metali zrobiona (Fig. 1.), podobna do używanéj w wahadłach zégarowych, z tą jedynie różnicą, że pręty z_0, z_1, z_2, z_3, z_4 zrobione są z metalu więcéj rozszérzalnego n. p. z zynku, pręty zaś s_1, s_2, s_3 z metalu mniéj rozszérzalnego, n. p. ze stali.

Nazwijmy d długość kraty przy ciepłocie 0^0, t. j. odległość końców śrubek umieszczonych w uszkach A i B, α i β spółczynniki rozszérzalności jednostopniowéj i jednowymiarowéj metali (zynku i stali), z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, s_1, s_2, s_3 długości drutów, także przy ciepłocie 0^0, $z_1 - s_1 = \lambda_1$, $z_2 - s_2 = \lambda_2$, $z_3 - s_3 = \lambda_3$, to

$$d = z_0 + \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + z_4.$$

Lub ogólnie gdyby oprócz prętów głównych środkowych (z_0 i z_4 na Fig. 1.) było n par prętów więcéj rozszérzalnych i tyleż prętów mniéj rozszérzalnych:

$$d = z_0 + \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \ldots + \lambda_n + z_{n+1}.$$

Czyli:

$$d = z_0 + z_1 + z_2 + z_3 + \ldots + z_{n+1} - (s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_n).$$

Podobnież jeżeli d_t oznacza długość kraty przy ciepłocie t stopni według Celsiusza:

$$d_t = (z_0 + z_1 + z_2 + z_3 + \ldots + z_{n+1})(1 + \alpha t) -$$
$$- (s_1 + s_2 + s_3 + \ldots s_n)(1 + \beta t)$$

Czyli:

$$d_t = d + Z\alpha t - S\beta t$$

gdzie: $Z = z_0 + z_1 + z_2 + \ldots + z_{n+1}$

$S = s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_n$

$d = Z - S$

$$d_t = d + Z\alpha t - S\alpha t + S\alpha t - S\beta t = d + d\alpha t + St(\alpha - \beta).$$

A nazwawszy $\frac{S}{d} = r$, czyli $S = dr$:

$$d_1 - d = dt\{\alpha + r(\alpha - \beta)\} = dt\gamma.$$

Z ostatniego wzoru widzimy, iż zmiana długości kraty będzie w stósunku prostym do zmiany ciepłoty, tudzież że współczynnik jéj rozszérzalności

$$\gamma = \alpha + r(\alpha - \beta) = \alpha + \frac{S}{d}(\alpha - \beta)$$

będzie większym niż α, i to têm większym, im większe $\alpha - \beta$, i im większe S przy niezmiennéj długości kraty d. S możemy powiększać, powiększając liczbę prętów, z których krata się składa, ile na to dozwala dogodność. Kraty albowiem z wielkiéj liczby prętów złożone, są mniéj dogodne, gdyż musiałyby mieć pręty poprzeczne i podłużne grubsze, przez co wzrastałby ich ciężar, i zwiększałaby się szerokość.

Zastósujmy teraz te ogólne wzory do kraty przedstawionéj na Fig. 1. w dziesiątéj części jéj naturalnéj wielkości, zrobionéj z ośmiu okrągłych prętów zynkowych i z sześciu stalowych, oraz z siedmiu czworograniastych prętów poprzecznych mosiężnych. W niéj $d = 1430^{m.m.}$, $s_1 = 1240^{m.m.}$, $s_2 = 1170^{m.m.}$, $s_3 = 1110^{m.m.}$; według Smeatona współczynnik rozszérzalności dla zynku $\alpha = 0{\cdot}0000294$, dla stali $\beta = 0{\cdot}0000115$.

Więc $$S = s_1 + s_2 + s_3 = 3520,$$

$$\gamma = \alpha + \frac{S}{d}(\alpha - \beta) = 0{\cdot}0000735.$$

A zatém powiększenie długości kraty, odpowiadające zmianie ciepłoty o jeden stopień według Celsiusza:

$$d_1 - d = d\gamma = 0^{m.m.}\,105105.$$

Powiększając je 33 razy przez układ drążków, tak jak to się dzieje w samopisie Kreilowskim, odpowia-

dać będzie w wykréślonéj linii zmiana przystawy $3^{m}:^{m}$ 47 zmianie ciepłoty o jeden stopień według Celsiusza, a więc $4^{m}:^{m}$ 34 zmianie o jeden stopień według Réaumura.

Ażeby tę kratę zamienić na ciepłomierz samopiszący, można ją połączyć z układem drążków i z zégarem poruszającym ramki w ten sposób, jak to uczynił Kreil z drutem miedzianym. Gdy to urządzenie dokładnie i szczegółowo opisał Reslhuber w miejscu na str. 12 pod 13) przytoczoném, mógłbym tu tę rzecz pominąć, jako znaną meteorologom. Wszakże, gdy częstokroć dogodniéj będzie zawiesić kratę u góry, a dolny jéj koniec połączyć z drążkami, w tym zaś razie urządzenie nieco zmienić potrzeba; gdy nadto kilka małych zmian w tém urządzeniu może zrobić użycie tegoż samopisu dogodniejszém; więc łącznie z temi zmianami opiszę go tu w krótkości. Przedstawia go Fig. 2.

ABCD jest skrzynka ze ścianami szklanemi, czyli tak zwana latarnia ochraniająca delikatniejsze części przyrządu od wpływów zewnętrznych, *EG*, *FH* dwa słupki, u których utwierdzone są szyny żelazne *IK*, *LM*. Pomiędzy temi posuwać się mogą ramki *abcd*. Do pomniejszenia tarcia służą bloczki e, e_1, połączone u dołu z ramkami, tudzież bloczki f, f_1, przyciśnięte do górnéj szyny sprężyną fgf_1, w któréj na końcach są osadzone. Sama zaś sprężyna w środku g jest utwierdzoną u tyłu ramek. Zégar *U* obraca kółko kropkami oznaczone, połączone sznurem bez końca *NOPS* z kółkiem *W*. Do odpowiedniego wyprężenia sznura służy przyrząd *nX*. Ramki połączone są ze sznurem *PS* szczypczykami *hik*. Punkt przytwierdzenia tychże u tyłu ramek w *h*, śruba do ściśnienia niemi sznuru służąca *i*. Co doba o pewnéj godzinie, n. p. o 2 z południa, zwolniw-

szy *i*, przesuwa się ramki ku słupkowi *FH*. otwiera się je od przodu, wyjmuje papiér, na którym samopis już krzywą wykréślił, a nowy czysty osadza. Ramki na powrót się zamyka. Do mocniejszego przytrzymania i przyciśnienia papieru służą sprężyste listwy mosiężne, znajdujące się pod *ab* i *bc*, oznaczone na figurze lekkiém cieniowaniem. Przykręciwszy śrubkę *i*, ściska się sznur *PS* szczypczykami *k*; a gdy zégar obracając kółko *U*, porusza zarazem sznur *PS* od *W* do *U*, więc i ramki w przeciągu doby posunie od *FH* do *EG*. Kreil na pomienionych listwach mosiężnych oznaczył w środku dwie krésy, na papiérze zaś mającym być osadzonym w ramki wykréślał linią prostą (lub cały układ linij równoległych). Przy osadzaniu papiéru w ramkach trzeba było na to zważać, ażeby się zgadzał kierunek linii prostéj na papiérze wykréślonéj, z owemi krésami na listwach mosiężnych, wtedy ta linia wskazywała kierunek w jakim zégar posuwa ramki. Gdy jednak takie troskliwe osadzanie papiéru dłuższego wymaga czasu, a pożądaną jest rzeczą, ażeby jak najprędzéj odbyć tę przemianę papiérów i nowe ustawienie ramek, połączone z przerwą działania samopisu; gdy nadto z czasem krésy z początku dokładnie oznaczone, po wyrobieniu się kółek, lub z innéj przyczyny, mogłyby już nie odpowiadać dokładnie kierunkowi posuwania się ramek; radzę zamiast owych krések użyć sprężynki *oq* (którą z boku przedstawia Fig. 3) stale przytwierdzonéj do szyny *LM* w tém miejscu nieco grubszéj. W skówce *q* osadzony ołówek, lekko przyciśnięty sprężynką *oq* do papiéru w ramkach umieszczonego, wykréśla na nim liniją prostą wskazującą dokładnie kierunek po-

suwania się ramek, a więc przedstawiającą oś odcinków dla linii krzywéj wykréślonéj przez samopis.

Krata, którą opisaliśmy wyżéj, i którą Fig. 1 przedstawia z przodu, jest na Fig. 2 przedstawiona z boku i w skróceniu przez βγ. U góry jest ona zawieszona nad oknem lub tuż obok okna na silnym żelaznym haku, lub kroksztynie $\delta\delta_1\alpha$ w murze utwierdzonym, najlepiéj w ten sposób, iż ucho górne kraty *A* Fig. 1 nasunięte jest na koniec krokszytnu α Fig 2; koniec zaś ostrokręgowo zakończonéj śrubki stalowéj β, opiera się o wierzchołek ostrokręgowéj jamki wyżłobionéj w twardym kamieniu (n. p. agacie), wpuszczonym w krokszytn α. Podobnież ucho dolne kraty *B* Fig. 1. nasunięte jest na koniec dwuramiennego drążka *wy*, Fig. 2, a koniec śrubki stalowéj γ wchodzi w odpowiednią ostrokręgową jamkę w drążku *wy*. W ten sposób zostaje niezmiennym punkt zetknięcia ramy z drążkiem, a więc długość jego ramienia.

O ramie *wx* drążka *wy* opiera od dołu ostrą krawędzią lub końcem śrubki drążek dwuramienny *nu*. Na drugiém ramieniu tegoż ostatniego, na posuwalnéj skówce *r*, dającéj się utwierdzić w każdym punkcie za pomocą śrubki, zawieszony jest ciężar *s*. O koniec *n* ramienia *nt* opiera się także trzeci dwuramienny drążek *nl* ostrą na dół zwróconą krawędzią stalowego trójgranu, osadzonego na jego widłowatém zakończeniu, jak to widzieć można na Fig. 4, okazującéj ten drążek *n* z góry. Na téj Figurze widzieć także można widełkowate zakończenie u góry słupa *T*. Otwory okrągłe w ramionach tych widełek służą za panwie osi trójgranastéj *m*, w koło któréj jest ruchomym drążek *ln*. Ramię jego dłuższe jest cieńsze i sprężyste, na końcu jednak nieco rozszerzone, gdzie przyśrubowaną jest skówka *l*,

w któréj osadzony jest ołówek. Za pomocą śrubki tak się rzecz urządza, iżby ten ołówek przez lekkie przyciskanie do papiéru w ramkach utwierdzonego, wykréślał na nim liniją, gdy ramki się posuwają. Na drugim końcu zewnątrz widełkowatych ramion umocowany jest hak, u którego zawiesza się mały ciężarek *p*.

Ciężary *s* i *p* są siłą poruszającą cały układ opisanych drążków. Działają one zgodnie: starają się zniżyć punkt *n*, przeto dźwignąć łącznie punkta *l* i *u*; lecz punkt *u*, opiera się o ramię *wx* z dołu, stara się więc go podnieść a tém samém zniżyć *xy*, to jest przedłużyć kratę βγ, czemu jéj sprężystość prędzéj lub późniéj się oprze, według wielkości ciężarów i długości ramion któremi działają. Można więc ustawić ołówek *l* w odpowiedniéj wysokości przez stósowne posuwanie i ustawienie skówki *r*. Posługiwać się można także w tym samym celu śrubkami β i γ, przez które długość kraty może być już to powiększoną już to znowu pomniejszoną. Jeżeli krata βγ przedłuży się w skutek ogrzania, punkt γ się zniży, usunie się więc podpora z pod ramienia *xy*, ciężary więc niezwłocznie dźwigną *u*, zniżą *y*, lecz łącznie zniży się *n*, podniesie *l*. Jeżeli zaś krata w skutek oziębienia się skraca, natenczas siła z którą to się odbywa jest dostateczną, ażeby mimo oporu ciężarów, dźwignąć *y* i *n*, zniżyć *u* i *l*. Przystawy więc linii krzywéj, przez *l* na papiérze wykréślanéj, wzrastają ile razy ciepłota kraty się podwyższa i na odwrót maleją za jéj zniżeniem.

W naszéj figurze drążek *wy* jest równoramienny, obraca się na czopach ostrokręgowych *x*, wchodzących dokładnie w panwie również ostrokręgowe, umocowane u muru pomiędzy oknami. Rozumie się, że w oknach

lub w futrynach, albo też w murze stósownie do umieszczenia panwi *x*, musi być otwór dozwalający się wolno poruszać drążkowi *ry*. Drążek *nu* ma oś trójgraniastą *t*, która swą dolną krawędzią służącą za oś obrotu opiera się o panwie umocowane w murze lub u krokwi z murem połączonéj. Stósunek ramion *tu* : *tn* = 1 : 4. W ścianie *BD* skrzynki *ABDC* jest otwór dozwalający ruchu wolnego ramieniowi *nt*. Stósunek ramion w drążku *ln* jest *mn* : *lm* = 1 : 10. Każdéj więc zmianie długości kraty, odpowiada czterdzieści razy większa zmiana przystawy w linii krzywéj przez samopis wykréślanéj *).

Sposób wykréślania podziałki czasu na osi odcinków; oznaczanie ze spostrzeżeń wielkości zmiany przystaw odpowiedniéj zmianie ciepłoty zewnętrznéj o jeden stopień Celsiusza lub Réaumura; obliczanie stopnia ciepłoty z wykréślonéj krzywéj dla każdéj chwili; słowem cały sposób używania tego samopisu, jest zupełnie ten sam jak w samopisie Krejlowskim opisanym pod IV; odsyłam więc pod tym względem do tegoż opisu i do dzieła tamże przytoczonego. To tylko jeszcze nadmienię: że gdyby chciano oznaczać podziałkę czasu sposobem dokładniejszym, używanym na Obserwatoryum w Greenwich, a opisanym wyżéj pod VI; wtedy trzeba słup *T* uczynić ruchomym na około swéj osi o kąt bardzo mały w jedną lub drugą stronę, za pomocą śruby. Tym sposobem możnaby parę razy na dobę, w chwili dokładnie na zégarze astronomicznym (więc nie na tym który służy do posuwania ramek) oznaczonéj, okręcając

---

*) Gdyby chciano takie same mieć powiększenie jak w przyrządzie Krejlowskim, trzeba tylko natenczas zmienić stosunek ramion drążków tak, iżby: *tu* : *tn* = 1 : 3, *mn* : *lm* = 1 : 11.

słup *T*, odsunąć na krótki czas ołówek *l* od papiéru i przerwać kréślenie linii krzywéj, nie tamując dalszego posuwania się ramek, i nadając słupowi rychło pierwotne położenie, na nowo wprawić samopis w działanie. Po wyjęciu papiéru z ramek o zwykłym czasie, spuszcza się z punktów, gdzie zostało przerwaném kréślenie linii krzywéj, prostopadłe do osi odcinków, tym sposobem otrzymuje się na téj osi kilka punktów, dla których czas jest oznaczonym ze ścisłością astronomiczną, co posłużyć może do wykréślenia dokładnéj podziałki czasu.

Uwaga 1. Samopis ten dotąd nie jest wykonanym, nie można więc go było poddać najważniejszéj próbie, to jest próbie doświadczenia. Wszelako gdy przyrząd do poruszania ramek projektowany, już w innych samopisach okazał się odpowiednim celowi, a krat podobnych używano z dobrym skutkiem jako kompensatorów w wahadłach zégarowych, spodziewać się można, iż posiadać on będzie wszystkie te zalety, jakie ma Krejlowski wyżéj pod IV opisany.

Co do jego czułości jednak napomknąć tu muszę: że powyższe obliczenie jest tylko przybliżoném, a to z następujących powodów:

Naprzód, spółczynniki rozszérzalności metali wzięte z tablic i użyte za podstawę przy obliczeniu czułości, są tylko ważnościami średniemi, od których nieco różnić się mogą spółczyniki rozszérzalności tych samych metali rzeczywiście użytych do zrobienia kraty;

Powtóre, czułość samopiszącego ciepłomierza nie zależy od bezwzględnéj rozszérzalności kraty, tylko od względnéj, to jest od przewyżki jéj rozszérzalności nad rozszérzalnością muru u którego jest utwierdzoną.

Ażeby wielkość tego wpływu ocenić, przypomnijmy sobie, że długość miedzianego drutu l w samopisie Krejlowskim urządzonym przez Reslhubera w obserwatoryum Kremsmünsterskiém, wynosiła 8° 2″ Wied. czyli 15226 m.m.. Biorąc spółczynnik rozszérzalności dla miedzi najmniejszy przez Smeatona podany $\alpha = 0{\cdot}0000170$, musiałoby odpowiadać zmianie ciepłoty o jeden stopień według Celsiusza przedłużenie tego drutu $\alpha l = 0$ m.m.2588; jednemu zaś stopniowi według Réaumura 0m.m 3236. Gdy więc układ drążków przed rokiem 1855 powiększał to przedłużenie 27·7 razy, powinnaby zmianie ciepłoty o jeden stopień według Reaumura odpowiadać w linii krzywéj przez samopis kréślonéj zmiana przystawy o 8m.m.96. Tymczasem spostrzeżenia robione okazały, że ta zmiana wynosiła 3m.m.6. Co odpowiada spółczynnikowi rozszérzalności względnéj drutu

$$\alpha - \delta = 0{\cdot}0000068.$$

Zkąd znaleść można spółczynnik rozszérzalności muru:

$$\delta = \alpha - 0{\cdot}0000068 = 0{\cdot}0000102.$$

Przypuszczając, że mur równieby wpływał na umniejszenie rozszérzalności kraty: natenczas spółczynnik jéj rozszerzalności względnéj byłby:

$$\gamma' = \gamma - \delta = 0.0000735 - 0{\cdot}0000102 = 0{\cdot}0000633.$$

Widzimy więc, że wpływ rozszérzalności muru na umniejszenie czułości samopisu o wiele jest mniejszym w przyrządzie przezemnie proponowanym niż w Krejlowskim. Zmniejsza ją bowiem niespełna o jednę siódmą tylko, tak że mimo tego umniejszenia, zawsze jeszcze spodziewać się można dostatecznéj czułości, t. j. zmiany przystawy o 3m.m.5 dla zmiany ciepłoty o 1° R.

Po trzecie, gdy krata wyprężona jest ciężarem, zmiana ciepłoty w dwojaki sposób wpływa na zmianę jéj długości: raz bezpośrednio; drugi raz pośrednio, zmieniając jéj sprężystość; albowiem za zmianą sprężystości ten sam ciężar sprawi inne przedłużenie. Dla pomniejszenia ile możności tego wpływu pośredniego, nie zawsze będącego w stósunku prostym ze zmianą ciepłoty, trzeba pręty poprzeczne zrobić krótkie i grube, ażeby się nie wyginały; podobnież należy z tego samego powodu użyć prętów podłużnych dostatecznie grubych, a ciężaru nie zbyt wielkiego, ażeby tylko wystarczał do poruszenia układu drążków za przedłużeniem kraty.

Uwaga 2. Można także kroksztyn umieścić pod oknem. Natenczas zahaczywszy na nim dolny koniec kraty, zawiesza się jéj uszko górne na drążku. Do wyprężenia służyć mogą śrubki w uszkach będące. Przy takiém urządzeniu wystarczają dwa drążki nierównoramienne: jeden mający na ramieniu krótszém zawieszoną kratę, na dłuższém zaś posuwalną skówkę z ciężarem; drugi kreślący liniją krzywą. Pierwszy jednak w tym razie musi mieć większe wymiary niż na naszéj figurze. Albowiem już ramię krótsze musi być około 10 cali długie, ażeby krata choć o 8 cali od muru odstawać mogła; ramię zaś dłuższe musi mieć około 30 cali. Także ciężar wyprężający musi być w tym razie większym, gdyż nie tylko służy do wyprężenia kraty, lecz oraz do zrównoważenia jéj ciężaru.

Uwaga 3. Krata powinna być ochronioną od deszczu i od uderzeń wiatru, tudzież od promieni słonecznych, nawet odbitych od innych przedmiotów. Jednak powietrze zewnętrzne musi mieć do niéj wolny przystęp, dopływ i odpływ, ażeby dokładnie mogła okazywać jego

ciepłotę. W tym celu potrzeba nad kroksztynem urządzić daszek dość daleko wysunięty, a u tegoż umocować na drutach rurę blaszaną, walcowatą, biało pomalowaną, u dołu zaś kilkoma hakami z murem połączoną, obsłaniającą ze wszystkich boków kratę, lecz nie przylegającą do niéj. Ta rura z dołu i z góry powinna być otwartą, i zrobioną z dwóch części półwalcowatych, połączonych z jednéj strony zawiaskami, a z drugiéj haczykami do zamykania, lub zasuwką z drutów.

Uwaga 4. Urządzenie wyżéj opisane różnie zmienić można stósownie do miejscowości, lub też do przyrządów jakie się posiada, a które zresztą do tegoż samopisu użyćby się dały.

I tak co do zégaru i ramek. Zégar może posuwać ramki także pionowo. Co najłatwiéj się urządza zawieszając u zégaru ściennego zamiast zwyczajnych ciężarów ciężkie ramki. Przy naciąganiu zégaru podsuwa się ramki do góry; poczém takowe własnym ciężarem, w miarę postępu czasu jednostajnie się zniżają Ażeby zaś ruch się odbywał dokładnie w linii pionowéj i wahanie ramek było niemożebném, dodaje się z boku listwy utrzymujące ramki pomiędzy linijami pionowémi, do ramek zaś kółka dla zmniejszenia tarcia. Wtedy jednak drążek kréślący liniją krzywą musi być złamanym, t. j. ramię jego krótsze zostanie poziomém, ramię zaś dłuższe musi być poziome, ażeby się poruszało za zmianą ciepłoty prostopadle do kierunku posuwania się ramek, a więc poziomo.

Zégar zamiast posuwać ramki, może także obracać w koło osi pionowéj walce obleczony gutaperką, na któréj przytwierdza się papiér. Natenczas ołówki osadzone jeden na sprężynie nieruchoméj, drugi na koń-

cu drążka, wykréślają na téj powierzchni walcowatéj oś odcinków i krzywą dającą obraz zmian ciepłoty.

Zawieszenie kraty także może być różném: tak n. p. gdyby wysokość okna była większą niż długość kraty, wtedy u kroksztynu zawiesza się hak żelazny, mosiężny, lub miedziany odpowiedniéj długości, a na nim dopiéro kratę.

Uwaga 5. Zastąpiwszy w kracie pręty zynkowe mosiężnemi, długość tychże, lub ich liczba musi być dwa razy większą dla otrzymania równéj czułości samopisu.